

## 日本各地の気候類型と温湿度変化特性について

A Study on Relationship between Temperature-humidity Change and  
Populated Urbanization in Similar Type of Meteorological Conditions in Japan

無漏田 芳信\*、小林 定教\*、地濃 茂雄\*\*、酒井 要\*\*\*、○小村 治\*\*\*\*  
Yoshinobu MUROTA, Sadanori KOBAYASHI, Shigeo CHINO, Kaname SAKAI and Osamu KOMURA

This report is a series of study which is to analyse characteristics of temperature-humidity change on viewpoint of urbanization all over Japan.

In order to make clear of the relationship between temperature-humidity change and populated urbanization, we tried to classify 143 cities into similar type of meteorological conditions through principal component analysis according to meteorological indices, such as moving average for 5 years of temperature, humidity, precipitation, snowfall and so on.

And we examined temperature-humidity change for 30 years in 11 types of meteorological conditions, that we distributed area of Japan, according to a degree of populated urbanization and the rate of covered already building and so on around meteorological observatory in each similar type.

Keywords : type of meteorological condition, moving average, 1960-1990, temperature-humidity change, populated urbanization, Japan

### 1. はじめに

本報告は、日本各地における温湿度変化特性を都市化という視点から解析することを目的とした一連の研究である。筆者らは、既に都市の温湿度変化には人口都市化が密接に関わり、30年間の気温差とその変化率は北海道や山間部の都市で回帰直線から乖離する傾向があることなどを明らかにしてきた。

本報告では、都市の温湿度変化特性において日本各地の気候的特徴を考慮するため、気象指標による都市類型とその地理的分布をもとに気候類型を作成し、各気候類型の温湿度変化と人口都市化度との関係を観測地点周辺の建物被覆度も検討し考察した。

気象指標による都市類型では、気象台・測候所が立地する全国 154都市のうち、1990年時点の5年移動平均が算出できる 143都市を対象とした。また、各都市の温湿度変化指標は1960年と1990年の5年移

動平均の単純差とし、分析対象は欠損値のない 127都市とした。なお、人口都市化度は文-1の人口都市化指標による都市類型をもとに整理し、観測地点周辺被覆度はプランメーターで測定した気象台・測候所半径2km内の建物被覆面積をもとに算出した。

気候区は各分野において作成されており、建築分野でも住宅気候区、体感気候区、建築気候区などがある。その作成方法としては、①気温・湿度・日射・風等の平均値や総合的な気候状態、②気候の時間的变化特性、③農作物・森林等の生育・分布状態や季節的現象などの要素を用い、(a)植物等の生育分布を気温・降水量等に置き換える環境・経験的方法、(b)緯度・標高等をもとに気象要素で細分する成因的方法などがある。ここでは、主成分分析を用いて気象指標による都市の相対的位置関係を明らかにし、その地理的広がりをもとに気候類型を作成した。

\* 福山大学工学部建築学科 教授・工博  
\*\* 新潟工科大学工学部建築学科 教授・工博  
\*\*\* 福山大学工学部建築学科 助手・工修  
\*\*\*\* 福山大学工学部建築学科 大学院生

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Fukuyama Univ., Dr. Eng.  
Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Nigata Institute of Tech., Dr. Eng.  
Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Fukuyama Univ., M. Eng.  
Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Fukuyama Univ.

## 2. 気象指標による都市類型と気候類型

### 2. 1 気象指標の選定と分類軸の抽出

類型化に用いる気象指標は、表1の気温・湿度・降水・降雪・日射に関する12指標から、年平均気温と高い相関を示す指標を除く、7指標を選定した。なお、風に関する指標は時間的・季節的变化や地形の影響が大きく恒常的評価が難しいため除外した。

表2に、気象7指標による主成分分析結果を示したが、累積寄与率が7割を超える第2主成分まで採用した。第1主成分は、年平均気温が正に、季節気温差と降雪量が負に高く寄与しており、都市の温暖・寒冷特性を表す軸と解釈される。第2主成分は、

相対湿度や降水量が正に、地形特性に係わる日照時間や日気温差<sup>1)</sup>の指標が負に高く寄与しており、都市の置かれた水陸環境特性を表す軸と理解される。

### 2. 2 気象指標による都市類型と特徴

第1-第2主成分得点により構成される平面上的のユークリッド距離をもとに、クラスター分析を用いて都市の類型化を行った。類型の結合状況を示すデンドログラムを図1に、第1-第2主成分平面上における都市の布置と類型化の様子を図2に、気象指標の類型別平均値を表3に示した。類型I、類型II~類型V、類型VI~類型VIII、類型IX~類型XIに大別されるが、次のような各類型の特徴がみられる。

注1：一日の最高気温と最低気温の年間平均の差を指す。

表1 気象指標の相関係数

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 年平均気温	1.00											
2. 蒸気圧	.97	1.00										
3. 相対湿度	-.45	-.24	1.00									
4. 日照時間	.35	.27	-.53	1.00								
5. 最高気温	.97	.93	-.46	.39	1.00							
6. 最低気温	.99	.97	-.43	.31	.92	1.00						
7. 日気温差	-.17	-.23	.00	.13	.07	-.33	1.00					
8. 冬季気温	.99	.98	-.39	.35	.94	.99	-.25	1.00				
9. 夏季気温	.94	.86	-.54	.30	.96	.90	.04	.88	1.00			
10. 季節気温差	-.73	-.81	.10	-.29	-.61	-.79	.52	-.83	-.46	1.00		
11. 降水量	.59	.66	.05	.01	.54	.61	-.25	.63	.44	-.65	1.00	
12. 降雪量	-.68	-.63	.41	-.52	-.67	-.67	.08	-.70	-.60	.61	-.34	1.00

表2 主成分ベクトルおよび主成分得点との相関係数

指標名	主成分ベクトル		主成分得点との相関係数	
	第1主成分	第2主成分	第1主成分	第2主成分
1. 年平均気温(°C)	0.50	0.00	0.89	0.00
3. 相対湿度(%)	-0.27	0.50	-0.48	0.64
4. 日照時間(h)	0.30	-0.51	0.53	-0.65
7. 日気温差(°C)	-0.18	-0.46	-0.33	-0.60
10. 季節気温差(°C)	-0.48	-0.29	-0.86	-0.38
11. 降水量(mm)	0.35	0.40	0.64	0.51
12. 降雪量(cm)	-0.45	0.18	-0.82	0.24
固有値	3.25	1.66		
寄与率(%)	46.53	23.69		
累積寄与率(%)	46.53	70.22		

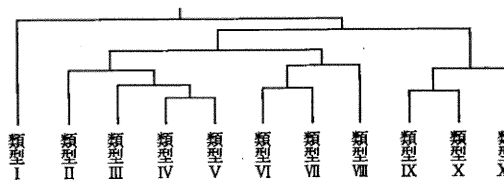


図1 都市類型の結合状況

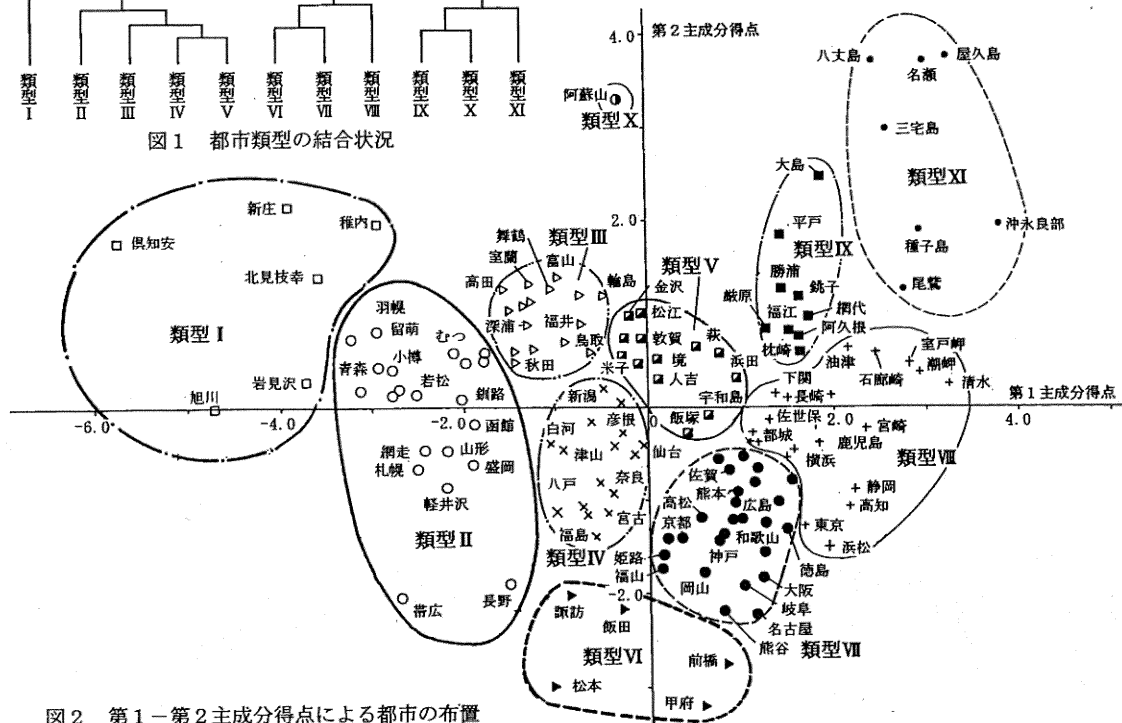


図2 第1-第2主成分得点による都市の布置

類型Ⅰは類型の中で最も降雪量が多く・年平均気温が低く・季節気温差が大きく・日照時間が短い。

積雪がみられる類型Ⅱ～類型Ⅴの中で降雪量が多いのは類型Ⅱであるが、全類型中、降水量が最も少ない。類型Ⅱに次ぐ降雪量の類型Ⅲは日照時間が短い。類型Ⅴは、類型Ⅲと同様な特性を示すが、年平均気温と降雪量が異なる。気温的に類型Ⅲと類型Ⅴの中間を示す類型Ⅳは、降水量が比較的少ない。

類型Ⅵ～類型Ⅷは日照時間が長いグループであるが、最も長い日照時間を示す類型Ⅵでは、積雪もみられ、一日および季節の気温変化が非常に激しい。ほとんど積雪がない類型Ⅶは年平均気温も比較的温暖な気候を示す。類型Ⅷは、季節気温差が比較的少なく温暖な気候を示すが、中でも降水量が多い。

類型Ⅸ～類型Ⅺは、降水量が最も多く一日の気温差が最も少ない。類型Ⅸは、各指標とも類型Ⅷに近い値を示すが、日照時間が多少短い。類型Ⅹは、降水量が非常に多く、かつ積雪もある特異な性格を示す。年平均気温が20℃近い類型Ⅺは、一日および季節の気温差も最も少なく、かつ降水量が最も多い。

## 2. 3 都市類型の地理的広がりとは気候類型

日本地図上で同じ都市類型を包絡線で結び、各類型の地理的広がりを図3に示した。同図より各類型の地理的分布状況を見ると、以下のことがわかる。

類型Ⅰは、北海道の最北端や中央山岳部、および奥羽山脈の最深部の豪雪地域に広がる。類型Ⅱは、類型Ⅰを取り囲むように北海道の大部分と奥羽山脈から日本アルプスの最深部にまで延び、東日本の山岳地帯を南北に沿った分布を示す。類型Ⅲは、北海道南岸から日本海沿岸・山陰まで細長く延びる。類型Ⅳは、関東から東北の太平洋側や中国山地・鈴鹿山脈・日本アルプスの山岳部に広がる。類型Ⅴは、類型Ⅲに連続し日本海沿岸の鳥取より西の対馬海峡の流域、および北陸の一部や四国山脈から九州山地に分布する。類型Ⅵは、日本アルプスに囲まれた盆地に類型Ⅱと類型Ⅳに挟まれた形で広がる。類型Ⅶは鈴鹿山脈で分断されるが、関東から瀬戸内海の太平洋ベルト地帯に沿って広がり、類型Ⅷは類型Ⅶに平行し太平洋沿岸に細長く延びる。類型Ⅸ・類型Ⅺは類型Ⅷの南側で、類型Ⅹは九州西部と房総半島・

表3 気象指標の類型別平均値

	類型Ⅰ	類型Ⅱ	類型Ⅲ	類型Ⅳ	類型Ⅴ
1. 年平均気温(℃)	7.8	8.8	11.9	13.0	15.1
3. 相対湿度(%)	77	75	75	73	74
4. 日照時間(h)	1235	1404	1303	1452	1393
7. 日気温差(℃)	7.9	8.3	7.5	9.0	8.0
10. 季節気温差(℃)	24.3	23.4	22.1	21.7	20.4
11. 降水量(mm)	1071	995	1543	1252	1600
12. 降雪量(cm)	55	24	14	4	4
都市数	6	21	16	17	13

	類型Ⅵ	類型Ⅶ	類型Ⅷ	類型Ⅸ	類型Ⅹ	類型Ⅺ
1.	13.0	15.9	16.9	16.3	9.3	19.3
3.	69	69	71	74	81	74
4.	1701	1604	1637	1481	1279	1361
7.	10.3	8.3	7.2	6.5	6.1	5.8
10.	22.7	21.0	18.8	17.9	20.3	15.3
11.	1150	1355	1842	1891	2675	2717
12.	4	0	0	0	5	0
都市数	5	26	22	9	1	7

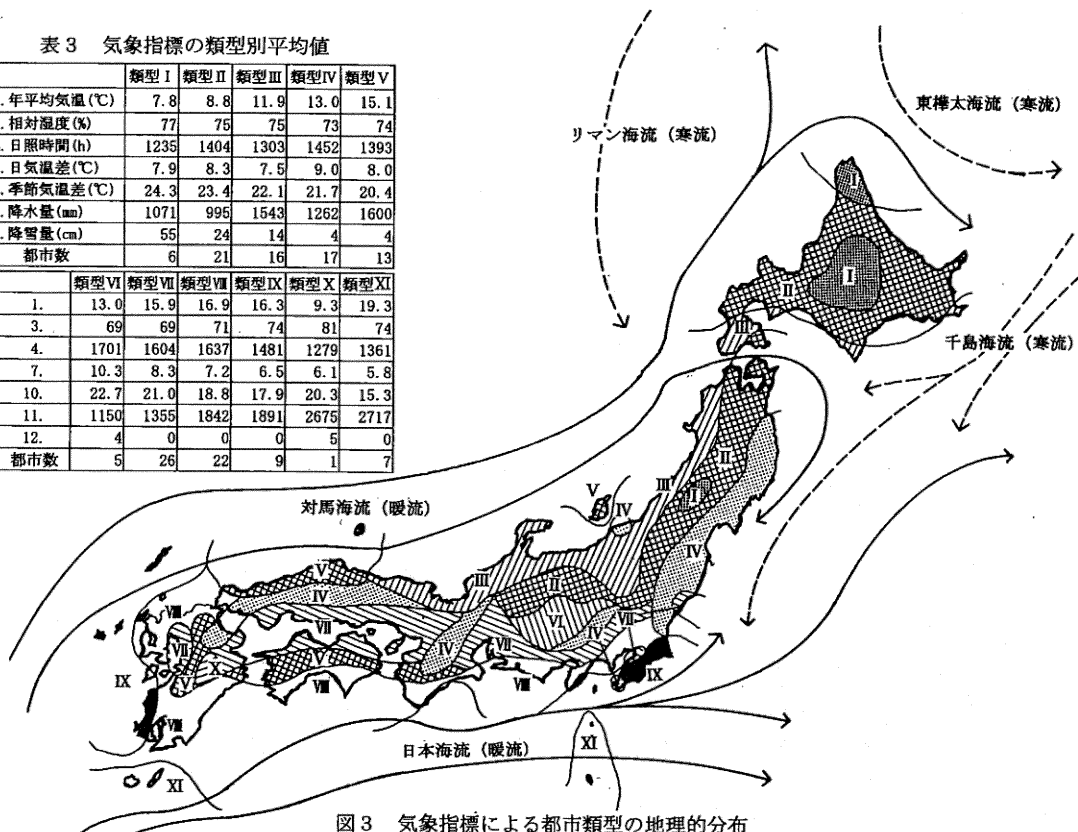


図3 気象指標による都市類型の地理的分布

伊豆半島、類型XIは北緯34度より南の諸島部に広がる。類型Xは阿蘇山周辺にみられる特殊例である。

このように、気象指標による都市類型の地理的分布は、日本の脊梁となる山地・山脈や盆地、および海岸線からの距離等の水陸環境などの地形的・地理的特性に対応する広がり方を示し、海岸線沿いの都市類型は海面水温や海流の影響を受けていることがわかる。また、都市類型の地理的分布は、クラスター結合の階層的関係が保たれた形で、類型が地理的に隣接する広がり方を示している。したがって、気象指標による都市類型を気候類型と呼ぶことにする。

### 3. 気候類型における温湿度変化

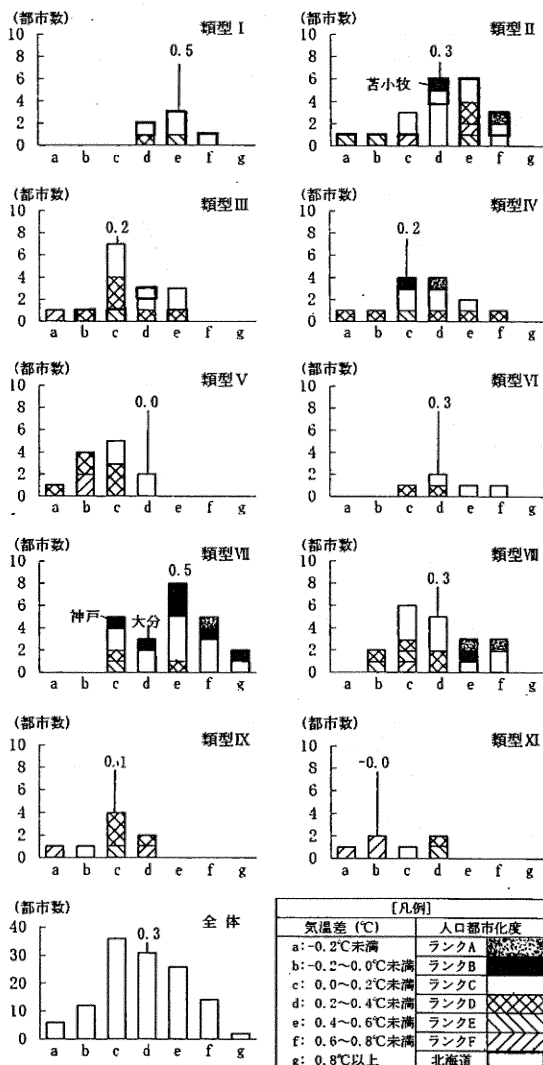
#### 3. 1 気温差の頻度分布と人口都市化

図4は、各気候類型における30年間の気温差の都市頻度、および人口都市化度別の内訳と参考のため北海道の都市を区別して示したものである。この人口都市化度とは、文-1の人口都市化指標による都市の類型化において、人口集中地区の集積度・集積変化度を表す指標の寄与が高く、かつ寄与率が60%を占める「都市内部の人口都市化」を表す第1主成分得点をもとに、ランクA～ランクFの6つに整理したものである。人口都市化度は、ランクAほど大きく、逆にランクFほど小さいが、ランクE・ランクFでは都市人口が全て減少しており、特にランクFは過疎化の諸島部などである。人口都市化度と気象台・測候所周辺の建物被覆度の関係を表4よりみると、相関は認められるが、例外も少なくない。

図4より、各都市における30年間の気温差は気候類型別にみてもばらつきが激しいが、人口都市化が激しい都市は、積雪がみられる類型I～類型Vでは類型IIと類型IVに、積雪がみられない類型VI～類型XIでは類型VIIと類型VIIIに集約されることがわかる。

積雪がみられる類型I～類型Vの場合、人口都市化度の高い部類のランクA～ランクCでは全ての都市が気温上昇を示す。また、北海道の都市では、人口都市化度があまり大きくないランクDの都市でもプラスの値を示す。このランクDには、人口変化が少ない地方の主要都市が多い。山岳部の都市が多い類型IVをみると、気温差がばらつき、同じ山岳部でも自然環境条件に違いがあることがうかがえる。

一方、積雪がみられない類型VI～類型XIの場合を



[注] 図中の数値は各類型の平均値(°C)を示す。  
図4 気候類型別の気温差と人口都市化度(1960-1990)

表4 人口都市化度と建物被覆度

被覆度 人口 都市化度	0~20% 未満	20~40% 未満	40~60% 未満	60~80% 未満	80~100% 未満	合計 (都市数)
ランクA	-	-	奈良	横浜	東京 大阪 札幌	5
ランクB	-	-	神戸	松山 苫小牧	仙台 大分 熊本 他4都市	10
ランクC	名瀬 江差 網代 室戸岬	留萌 稚内 倶知安	奥 下関 高松 他6都市	函館 姫路 長崎 他18都市	浜松 岡山 鹿児島 他17都市	57
ランクD	枕崎 洲本 厳原 他4都市	新庄 浜田 輪島 越中	秩父 豊岡 小名浜 他14都市	飯塚 飯田 津山 他2都市	-	33
ランクE	羽幌 宿毛 軽井沢 他4都市	伊良湖 河口湖 御前崎 広尾	-	-	-	11
ランクF	相川 西郷 屋久島 他8都市	-	-	-	-	11
合計 (都市数)	29	11	28	29	30	127

みると、全般的に人口都市化が大きい都市ほど気温上昇が大きい傾向がうかがえる。特に人口都市化が激しい都市が多い類型Ⅶ、類型Ⅷでは、その傾向は顕著である。しかし、人口都市化度が高い都市が全てプラスの値を示しているわけではない。例えば、類型Ⅶの人口都市化度の高い神戸ではほとんど変化していない。これは、気象台周辺の建物被覆度が5割程度と低く、観測地点の影響などが考えられる。

### 3. 2 湿度差の頻度分布と人口都市化

図4と同様に、各気候類型における30年間の相対湿度差の都市頻度と人口都市化度別の内訳を示したものが図5である。ほとんどの都市が減湿化傾向を示し、その程度は都市による違いが大きい、気候類型別にみると、主に次のようなことがいえる。

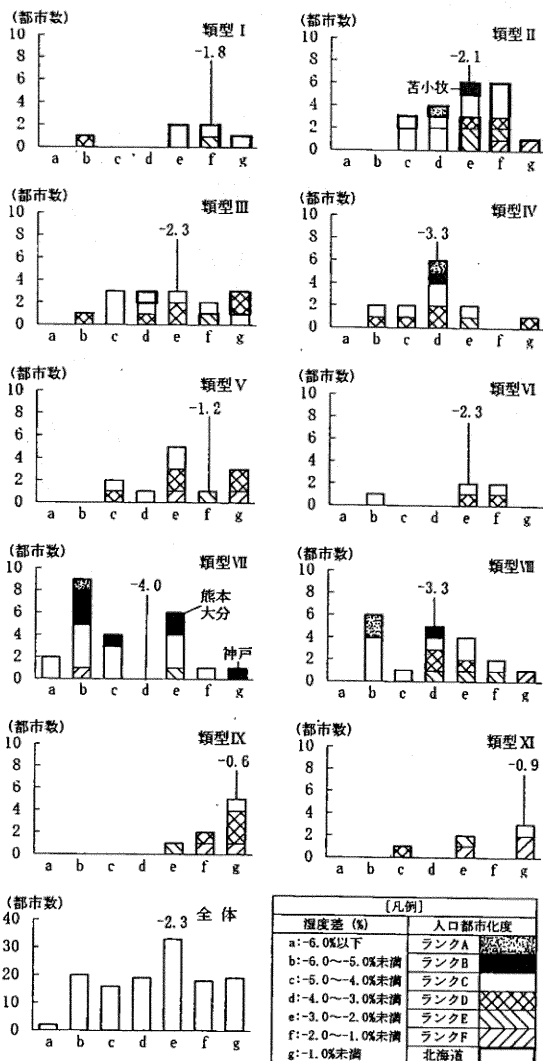
積雪がみられる類型Ⅰ～類型Ⅴの場合、類型Ⅱと類型Ⅳでは人口都市化度の高い都市は各類型別平均値より大きい減湿化を示す傾向がみられるが、ランクA～ランクCの都市に注目すると、必ずしも人口都市化度に応じた減湿化傾向は示していない。

一方、積雪がみられない類型Ⅵ～類型Ⅺの場合、人口都市化度の高い都市が多い類型Ⅶと類型Ⅷをみると、最も高いランクAでは減湿化が大きく、全般に人口都市化度に応じた減湿化の傾向がみられる。ただし、類型ⅦのランクBの神戸ではほとんど減湿化がみられず、同じく熊本や大分でも小さい。観測地点周辺の建物被覆度は神戸では低い、熊本・大分では高く、観測地点の風速等の自然環境条件や海に面する都市形態の違いなどの影響が考えられる。

### 4. 都市における温湿度変化の関係

ここでは、人口都市化度が大きい都市を多く含む類型Ⅱ・類型Ⅳ・類型Ⅶ・類型Ⅷの4つを抽出し、気温変化と湿度変化の関係を考察することにする。

図6は、4つの気候類型ごとに30年間における湿度差を横軸に、気温差を縦軸にとり、人口都市化度ランクを区別して都市をプロットしたものである。空気線図によると、気温が1℃上昇するに伴い相対湿度が4%、5%程度下るという関係がある。そこで、同図には気温1℃上昇に伴う湿度減少を5%と設定した線を記した。この線より下側に乖離するほど気温上昇に伴う減湿を上回る減湿がみられる都市である。逆にみれば、都市の減湿値に該当する気温



[注] 図中の数値は各類型の平均値(%)を示す。

図5 気候類型別の湿度差と人口都市化度(1960-1990)

上昇がみられないことになる。つまり、気温上昇よりも減湿化の方が大きいと解釈され、この減湿化が人口都市化要因などに起因すると考えられる。

各気候類型における気温差と湿度差の関係は、類型Ⅱを除くと、いずれも相関係数-0.6以上の負の相関がみられる。また、各類型の気温差と湿度差の平均値の位置は、気温差と湿度差の間に相関関係がない類型Ⅱのみ気温1℃上昇に伴う湿度減少5%の線上に乗る。しかし、残りの3類型の平均値は、その線の下側に位置し、気温上昇に伴う減湿以上の減湿化がみられ、しかも直線勾配はほぼ同じ値となる。

気温1℃上昇・5%減湿線の下側に乖離する都市

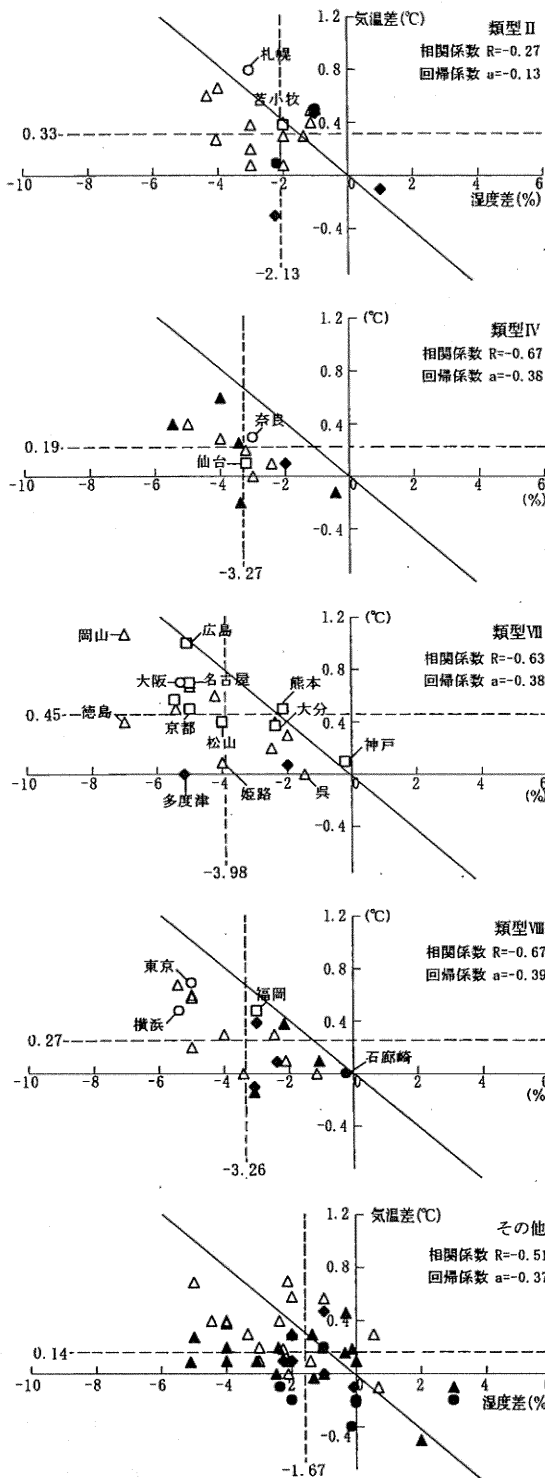


図6 気候類型別の気温差と湿度差(1960-1990)

は人口都市化度が大きい都市に限らない。また、類型VIIの人口都市化度が大きい都市をみると、大阪・名古屋・京都・松山は気温1℃上昇・5%減湿線から乖離するが、広島・熊本・大分・神戸は線上に乗る。ただし、人口都市化度が大きい都市群では上側への乖離は札幌などに限られ、類型IV・類型VII・類型VIIIでは上側への乖離はみられず、気温1℃上昇・5%減湿の関係を越える減湿化を示す都市が多い。

## 5. まとめ

以上のことから、気象指標による都市類型、およびその地理的分布を検討した気候類型における温湿度変化特性としては、以下のように整理できる。

- (1) 気象7指標は、都市の温暖・寒冷特性と都市の置かれた水陸環境特性を表す2軸に集約でき、豪雪都市は類型I、類型Iに準ずる積雪都市は類型II～類型V、日照時間が長い温暖な都市は類型VI～類型VIII、降水量が多い都市は類型IX～類型XIに分類されるという特徴がみられる都市類型が得られた。
- (2) 気象指標による都市タイプの地理的広がり方は、山脈・山地・盆地等の地形的特性、海岸線から位置等の水陸特性、暖流・寒流の有無などの影響がみられ、しかもタイプの階層的関係を保つ地理的分布を得ることができたことから、気候類型と設定した。
- (3) 人口都市化度が大きい都市ほど温暖化傾向を示し、特に積雪がみられない気候類型において顕著であること、北海道では全般に温暖化傾向がみられること、主に山岳部を含む気候類型では都市による気温変化の相違が大きいこと、などが把握できた。
- (4) 人口都市化度の高い都市では全般に相対湿度は減湿化を示し、積雪のみられない気候類型において人口都市化度に応じた減湿化傾向が観察された。この点は、人口都市化度が大きい都市が多い類型II・類型VII・類型VIIIでは、気温1℃上昇・5%減湿の線上または下側に乖離し、気温上昇に伴う減湿の関係を越えた減湿化現象を示すことから理解できた。

最後に当たり、本研究に協力を戴いた平成6年度福山大学学部卒業生の中本将仁君に謝意を表する。

なお、本研究の一部は、住友財団1993年度の研究補助によった。記して、謝意を表する次第である。

文一：酒井要、無瀬田芳信、小林定教、地濃茂雄、小村治「30年間における人口都市化と都市類型 その8」、日本建築学会大会学術講演梗概集、1994年